n. 29 - L. 12.900 - 6,66 euro

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

TEORIA

Misurazione delle tensioni continue

CONTROLLO

Temporizzatore per alimentazione a batterie

AUDIO

Divisore di frequenza audio

DIGITALE

Contatore ascendente e discendente con pulsanti

Gioco di luci

Varianti per il gioco di luci

COMPONENTI

Il 4049, sei porte invertenti

LABORATORIO

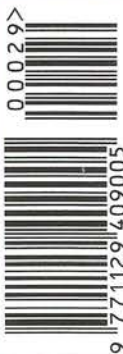
Consigli e trucchi (XI)

IN REGALO in questo fascicolo

- 1 Circuito integrato 4049
- 2 Condensatori 22 nF in ceramica
- 1 Condensatore da 470 pF in ceramica
- 2 Resistenze da 27K, 5%, 1/4 W
- 2 Resistenze da 10 Ω, 5%, 1/4 W

Peruzzo & C.

9 771129 409005 00029

COSTRUISCI CON NOI IL TUO LABORATORIO PER REALIZZARE 100 ESPERIMENTI

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

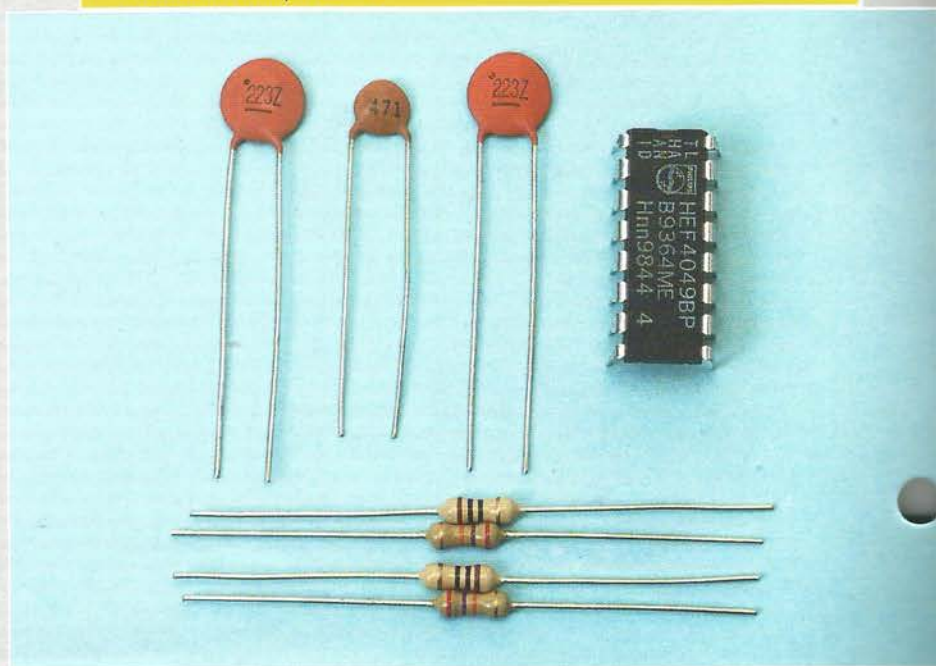
Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

1 Circuito integrato 4049
2 Condensatori 22 nF in ceramica
1 Condensatore da 470 pF in ceramica
2 Resistenze da 27K, 5%, 1/4 W
2 Resistenze da 10 Ω, 5%, 1/4 W

Con questo fascicolo continuiamo a fornire componenti per effettuare ulteriori esperimenti.

Misurazione delle tensioni continue

La tensione continua si misura con un voltmetro per tensione continua, di solito integrata in un multimetro.

La misurazione delle tensioni continue è relativamente semplice: non è necessario interrompere la continuità del circuito, basta applicare i puntali del multimetro a ciascuno dei due punti tra i quali si intende misurare la tensione.

Il multimetro è uno strumento che viene utilizzato per misurare la tensione, in questo caso la tensione continua.

Attenuatore d'entrata

Il livello delle tensioni da misurare è diverso volta per volta; può essere necessario misurare 30 mV, 4 V, 149 V, 0,6 V, 540 V eccetera. Lo strumento standard sul quale sono solitamente basati i multimetri di utilizzo corrente è un voltmetro con una sensibilità di 200 mV per poter ottenere una riduzione efficace del livello del segnale da misurare, cosa di cui dovremo in seguito tenere conto, quando dovremo calcolare il risultato. Grazie all'attenuatore la tensione massima che sarà presente nel voltmetro sarà di 200 mV. Le diverse posizioni dell'attenuatore daranno luogo alle diverse scale.

Scale

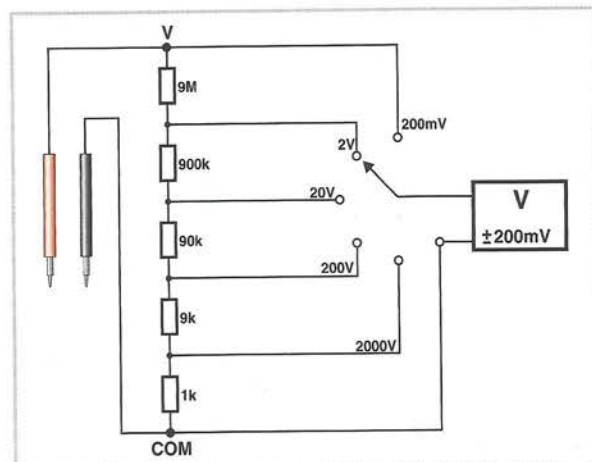
Per misurare la tensione continua con dei multimetri digitali, le scale più utilizzate sono quelle di 200 mV, 2.000 mV (2V), 20 V, 200 V e 2.000 V; possiamo selezionarle mediante un commutatore rotativo. Quando cambiamo di scala con il commutatore, vengono a prodursi diversi cambiamenti: il primo, ovviamente, riguarda il cambiamento d'indicazione della scala, il secondo la commutazione nel valore adeguato dell'attenuatore e il terzo la posizione sul display del punto decimale.

Suddivisione della scala

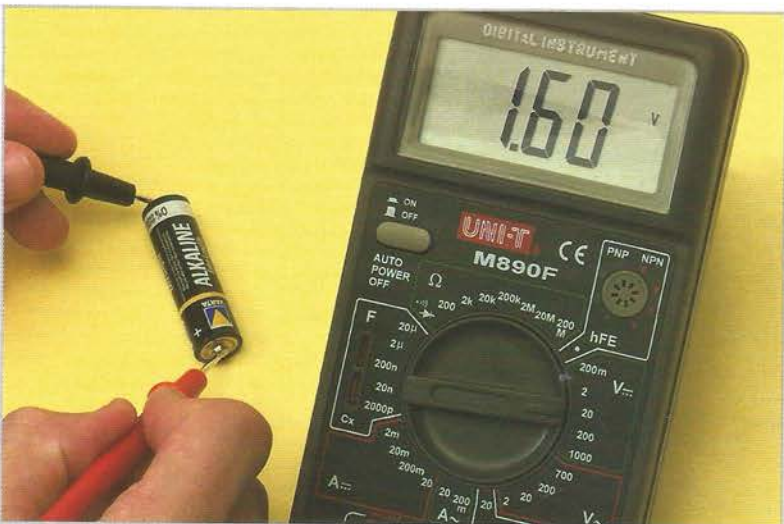
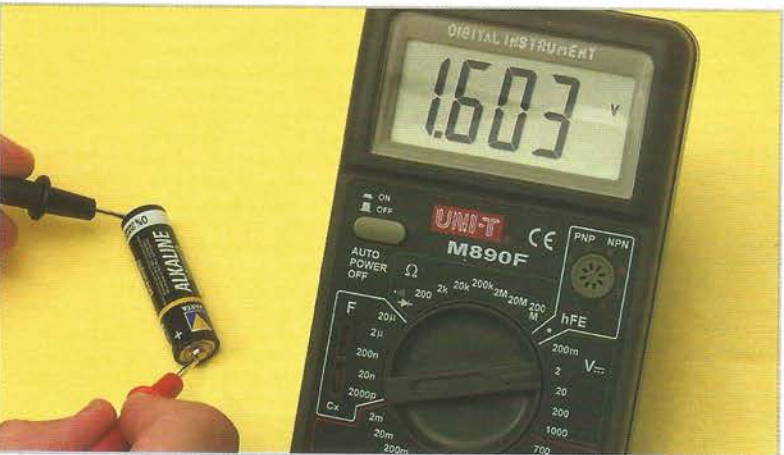
La suddivisione della scala è il massimo livello di tensione misurabile per ciascuna scala, ma dobbiamo rammentarci di una piccola limitazione nei multimetri digitali: ci riferiamo a quelli di uso più comune con il display a 3,5 cifre, tuttavia anche i display con più cifre possono presentare lo stesso problema.

Quando diciamo che la suddivisione della scala è di 200 mV, significa che la massima tensione che può essere misurata senza partitori o resistenze attenuatrici è di 200 mV, se però consideriamo la visione digitale della misura, il numero massimo rappresentabile è 199,9 che di norma

Punto decimale	Scala	Lettura
DP1	200 mV	199.9
—	2.000 mV	1999
DP3	2 V	1.999
DP2	20 V	19.99
DP1	200 V	199.9
—	2.000 V	1999

Display a 3,5 cifre utilizzato nei multimetri più semplici.

Schema elettrico di un attenuatore di tensione.

Misurazione delle tensioni continue

Misurazione della tensione di una pila da 1,5 Volt con una scala da 99 Volt.

Misurazione della tensione di una pila da 1,5 Volt con una scala da 20 V (fondo scala).

Misurazione di una pila da 1,5 Volt con una scala da 2 V (fondo scala).

non costituisce alcun problema, ma se volessimo avere una visione più esatta della misura in esame, dovremmo predisporre il nostro multimetro sulla misura immediatamente superiore.

Un'altra differenza dei multimetri digitali consiste nella rappresentazione della tensione misurata: se la scala utilizzata è quella di 2 Volt e la tensione misurata è di 2 Volt, potremo osservare sul display 2.000 che equivale a 2 mila millivolt. Questa condizione è valida anche per misure superiori o inferiori, ad esempio 1,67 Volt, a seconda della scala prescelta potrebbe essere 1,6 o 1,670.

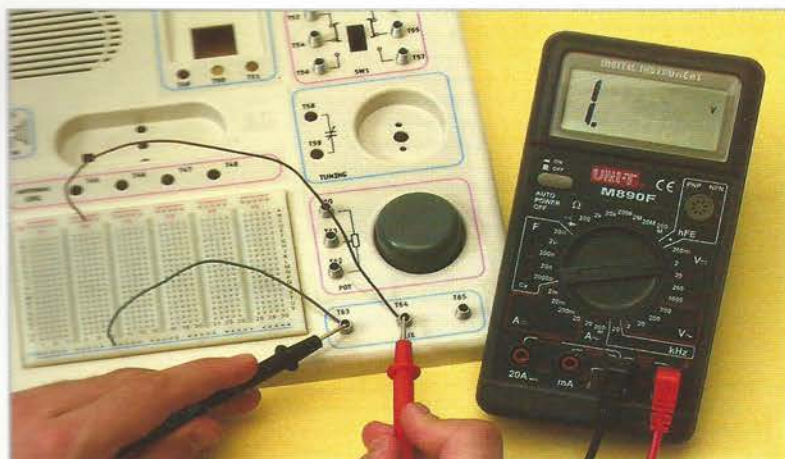
Tensione massima

In alcuni multimetri, anche se teoricamente è possibile la misurazione di tensioni di 2.000 Volt, possono avere il display che indica al massimo 1.000 Volt; è chiaro che se si vuole effettuare questo tipo di misura, ci dovremo fornire di un apposito adattatore che, con una scala adeguata, ci permetterà di leggere il valore della tensione misurata. Non sempre i multimetri sopportano alte tensioni, quando sono progettati per questo scopo, hanno l'indicazione "High Voltage" o "Alta Tensione".

Segno (positivo o negativo)

Nei multimetri digitali il segno viene assegnato automaticamente; se si invertono le connessioni, sulla sinistra dello schermo, appare il segno '-'. Ovviamente, avendo la corrente continua un segno, lo possiede anche la tensione.

I multimetri hanno due puntali di misurazione (con un isolamento abbastanza ampio da iso-

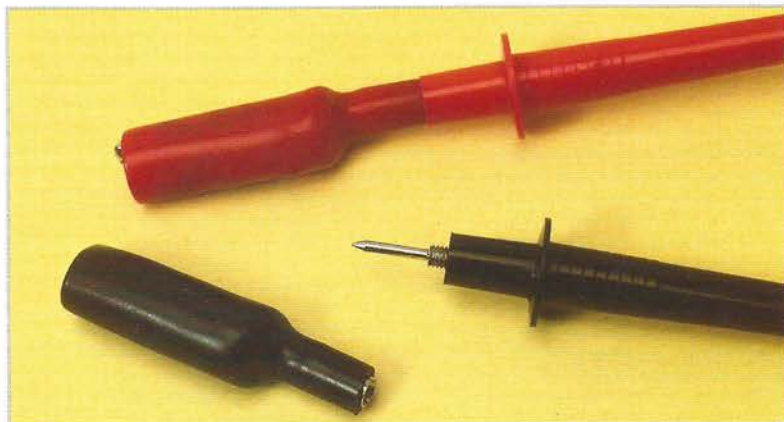
Misurazione delle tensioni continue

Se la tensione supera la suddivisione della scala, sul display si illumina solamente l'1 a sinistra: in questo caso si agirà sull'attenuatore per passare a una scala superiore.

lare la mano durante la misurazione): una rossa per il positivo e l'altra nera per il negativo. Inoltre, si possono utilizzare anche delle pinze a coccodrillo, che si possono fissare a vite o a pressione agli stessi puntali di cui abbiamo appena parlato, così da poter avere una o tutte e due le mani libere durante la misurazione. Frequentemente si collega il puntale di misurazione alla massa mediante una pinzetta. Se abbiamo bisogno di una mano per effettuare una regolazione, per impugnare il puntale ce ne rimane solamente un'altra! Quando si effettuano delle misurazioni, si deve tenere conto del fatto che i puntali sono metallici e, unendo due punti che non devono assolutamente essere uniti, possono provocare un cortocircuito; se dobbiamo operare in parti in cui c'è questa eventualità, conviene ricoprire con un piccolo tubo isolante, per esempio termorestringente, il puntale di misurazione, ad eccezione del suo tratto finale (la punta): in questo modo lasciamo scoperta solamente una piccola parte e con essa effettuiamo la misurazione. Per facilitare le misurazioni e per far sì che non si deteriori per l'uso, il cavo da utilizzare deve essere costituito da fili sottilissimi, che, oltretutto, gli conferiscono anche una notevole flessibilità.

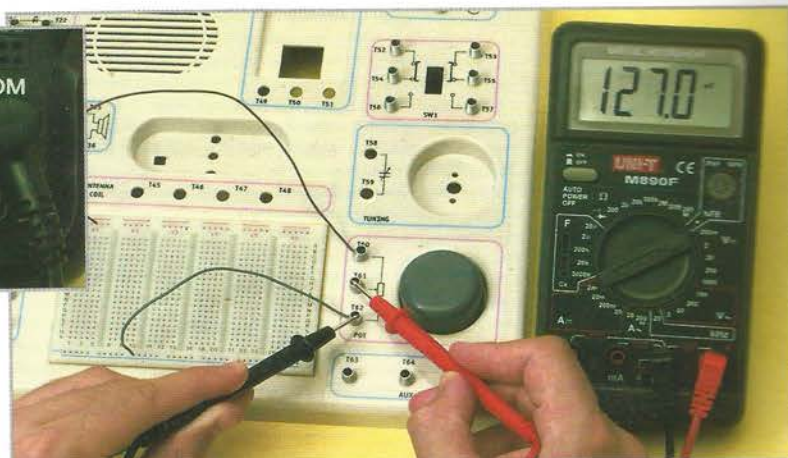
Procedimenti di misurazione

Prima di collegare lo strumento per misurare le tensioni continue, dobbiamo verificare parecchie cose: innanzitutto, si deve accendere lo strumento per verificare se è in condizioni di effettuare misurazioni; poi, deve avere le batterie in buono stato – e questo, in alcune apparecchiature, lo possiamo vedere grazie all'indicatore LOWBAT (o batteria bassa), che segnala una tensione insufficiente della batteria.

L'apparecchio ha normalmente un'autocalibrazione: in caso contrario, non avremmo un valore esatto del valore che stiamo misurando.

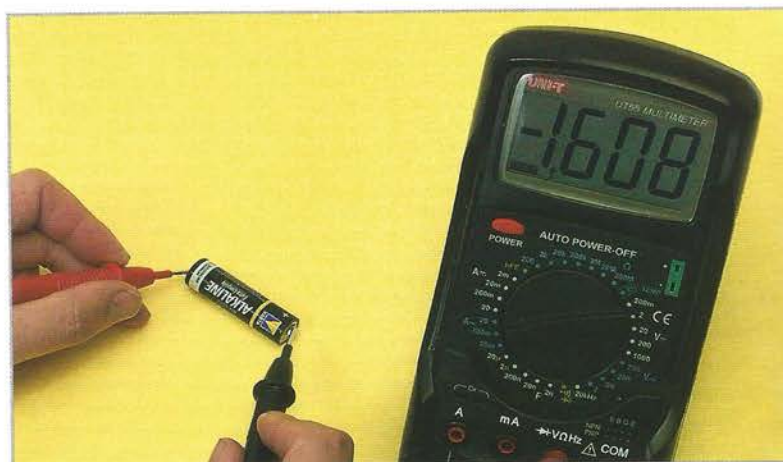
Il commutatore per l'impostazione dei valori di misura deve essere posizionato sulla scala di tensione più alta, a meno che si conosca per approssimazione il livello di tensione da misurare. Deve essere posizionato sulla dicitura V continua, seguita da un trattino – o un segno simile –, o VDC. Alcuni multimetri per la continua e l'alternata utilizzano le medesime scale: hanno un commutatore AC/DC che deve essere posizionato in posizione DC. I puntali di misurazione hanno due connettori: il più corto viene inserito nel multimetro – in questo caso il nero al terminale comune, contraddistinto da COM – e il rosso alla V. Quando si collega al punto da misurare, senza toccare con le dita le parti di contatto dell'apparecchio di misurazione, sul display apparirà una lettura: se l'1 è a sinistra, significa che dobbiamo commutare il nostro multimetro

La connessione tra strumento e puntali di misurazione della tensione, si effettua con puntali di prova se la connessione è momentanea, oppure con delle pinze a coccodrillo se deve essere mantenuta per un periodo di tempo maggiore.

Misurazione delle tensioni continue

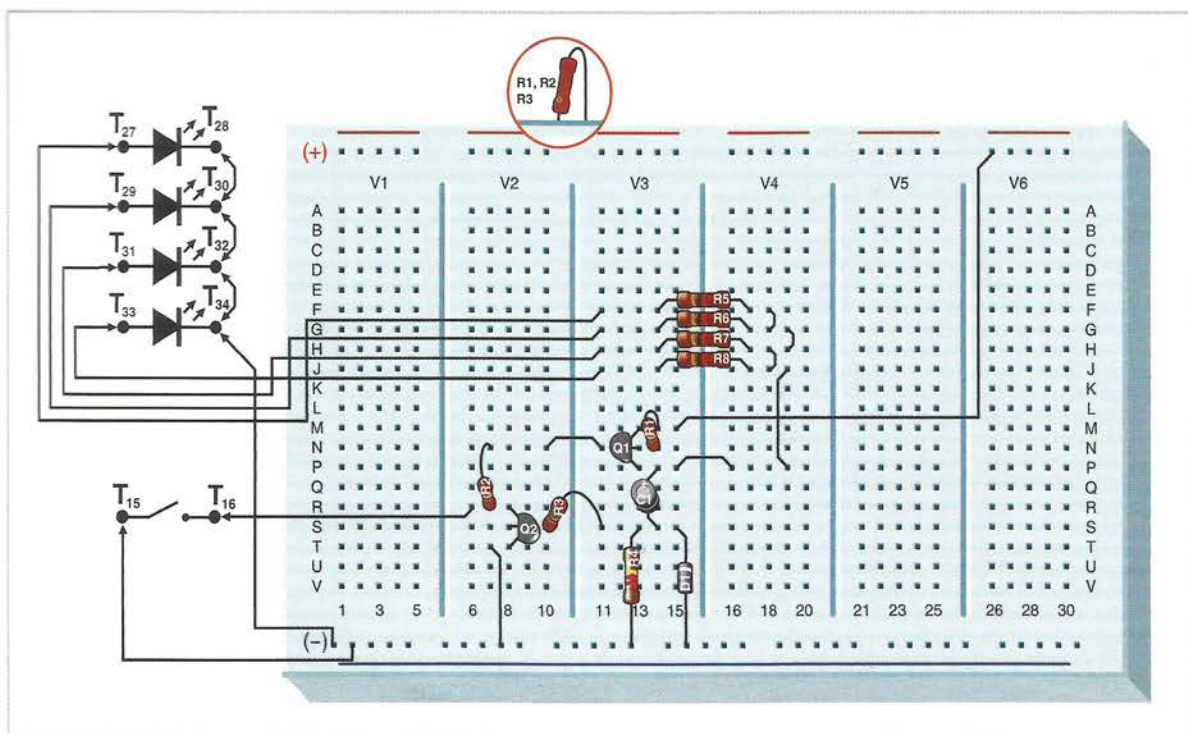
I puntali di misurazione devono essere inseriti nelle boccole adeguate: quello nero, comunemente, va collegato al comune e quello rosso al terminale contrassegnato con la V.

Per effettuare delle esercitazioni pratiche, possiamo generare delle piccole tensioni, grazie all'aiuto del potenziometro del laboratorio: in questo caso stiamo utilizzando la scala da 200 mV.

sulla scala più alta e se siamo sulla scala massima, dovremo rinunciare alla misura, perché vuol dire che abbiamo superato il valore massimo del nostro multimetro e quindi abbiamo bisogno di apparecchiature di misurazione speciali per effettuare quella particolare misurazione. Tuttavia, dato che una simile eventualità si presenta raramente, scenderemo di scala per garantire una maggior precisione alla misurazione che staremo effettuando. Per esempio, se la tensione è di 138 mV e siamo regolati su una scala di 2.000 V, sullo schermo apparirà appena la lettura; per una scala di 2 V, apparirà 0,13 V; per una scala di 200 mV – che è la scala più idonea – apparirà 138,0 mV. Si noti che la lettura corretta viene ottenuta solamente con le due scale più piccole. Vediamo un altro esempio. Per misurare 22 V, bisogna arrivare alla scala di 200 V e la lettura sarà 22,0 V. Se scendessimo a una scala di 20 V, la lettura sarebbe 1, il che significa che stiamo oltrepassando la portata della scala.

Calibrazione

Quando si utilizza uno strumento di misurazione, dobbiamo essere sicuri che esso sia calibrato. La calibrazione viene effettuata in laboratori specializzati, i quali rilasciano il corrispondente certificato di calibrazione e a cui ricorrono i professionisti per far calibrare periodicamente tutti i loro apparecchi di misurazione. Quando si acquista uno strumento di misurazione, esso viene calibrato, ma ci si deve assicurare che la calibrazione si mantenga. Per i lavoretti degli appassionati e soprattutto per quei lavori che non richiedono una gran precisione, esistono soluzioni alternative: la più semplice consiste nell'effettuare la stessa misurazione con un altro multimetro e nel verificarne la corrispondenza di risultato; è un buon procedimento, ma solo se l'altro multimetro è calibrato. Se i risultati non fossero uguali, o se la differenza tra di essi è superiore alla precisione indicata sul multimetro, dobbiamo portarlo a far ricalibrare. Se tutti e due i multimetri, o anche un terzo multimetro, danno la medesima misurazione, è molto probabile che sia ben calibrato o, almeno, che le sue misurazioni siano valide per quasi tutte le applicazioni destinate a esperimenti semplici.

Se la tensione applicata al puntale rosso è minore di quella applicata al puntale nero, sul display apparirà automaticamente il segno '–'.

Temporizzatore per alimentazione a batterie

Dopo aver premuto il pulsante, l'alimentazione si mantiene solamente per 10 secondi.

Il circuito è in grado di fornire l'alimentazione ad un altro circuito collegato alla sua uscita lungo il lasso di tempo in cui è impostata la sua temporizzazione. Questo periodo di tempo, dipendendo da un solo componente – il condensatore – è facilmente controllabile. Il circuito viene azionato mediante un pulsante che attiva il transistor che agisce come un interruttore e fornisce l'alimentazione alla parte del circuito che agisce come temporizzatore. Con i valori raccomandati si ottiene una temporizzazione di circa 10 secondi.

Funzionamento

Il funzionamento del circuito è abbastanza semplice. Il circuito è composto da due transistor, uno che agisce come interruttore e l'altro che ne controlla l'attivazione o disattivazione. In stato di riposo, all'uscita non c'è tensione perché il transistor Q1 è in stato di interdizione. Quando viene azionato il pulsante P8, il transistor Q1 conduce e, di conseguenza, con il passaggio di corrente si accendono tutti i LED e si attiva il transistor Q2.

Quest'ultimo si polarizza con la tensione che cade nella resistenza R4, tensione che, a mano a mano che C1 si carica, andrà decrescendo, fino ad arrivare a un livello al quale Q2 non può polarizzarsi. In questo punto Q2 passa in stato di interdizione e la tensione d'uscita passa nuovamente a zero; di conseguenza i LED si spengono.

Attivando uno dei due transistor si alimenta l'altro

Il circuito

Il circuito dell'esperimento consta di due transistor, uno dei quali di tipo PNP, che funziona come interruttore (interdizione, saturazione) e che sarà quello che fornirà al carico (in questo caso quattro diodi LED) la tensione e la corrente necessarie per il suo funzionamento. Pertanto, tenendo conto del fatto che questo tipo di transistor ha poca potenza, non è in grado di erogare una corrente elevata, anche se è sufficiente ad alimentare molti dei circuiti con cui abbiamo finora effettuato degli esperimenti e a farci risparmiare pile. L'altro transistor Q2 controllerà l'attivazione di Q1 ed è a questo punto che viene attivata la temporizzazione.

L'attivazione del transistor Q2 è temporizzata, di modo che funzionerà quando la tensione in R4 sarà maggiore di 0,7 V. Il tempo

Temporizzatore per alimentazione a batterie

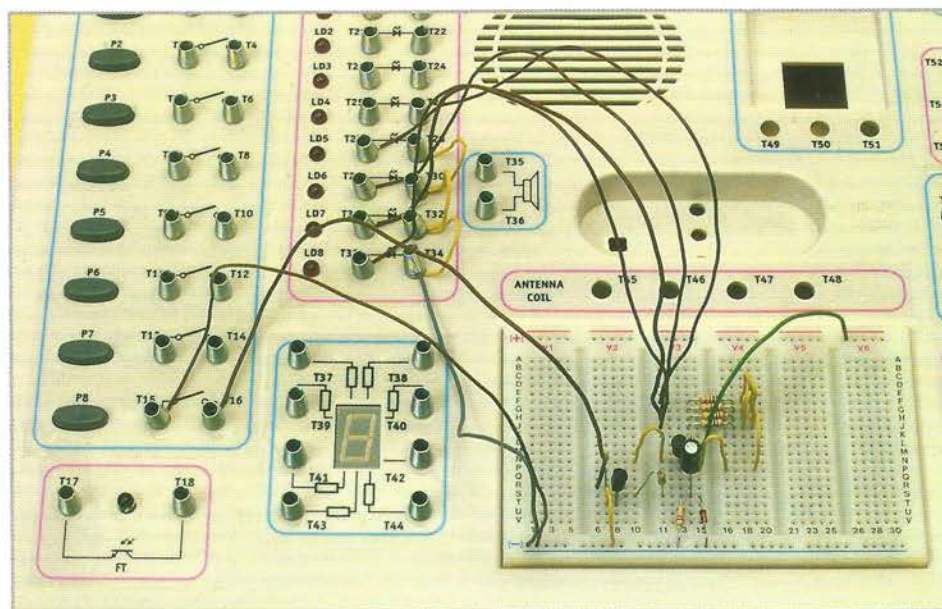
COMPONENTI	
R1, R2	10 K
R3	1M
R4	220 K
R5, R6, R7, R8	1K
C1	47 µF
D1	1N4148
Q1	BC558
Q2	BC548
P8	
LD5 a LD8	

impiegato a raggiungere questo livello è di circa 10 secondi.

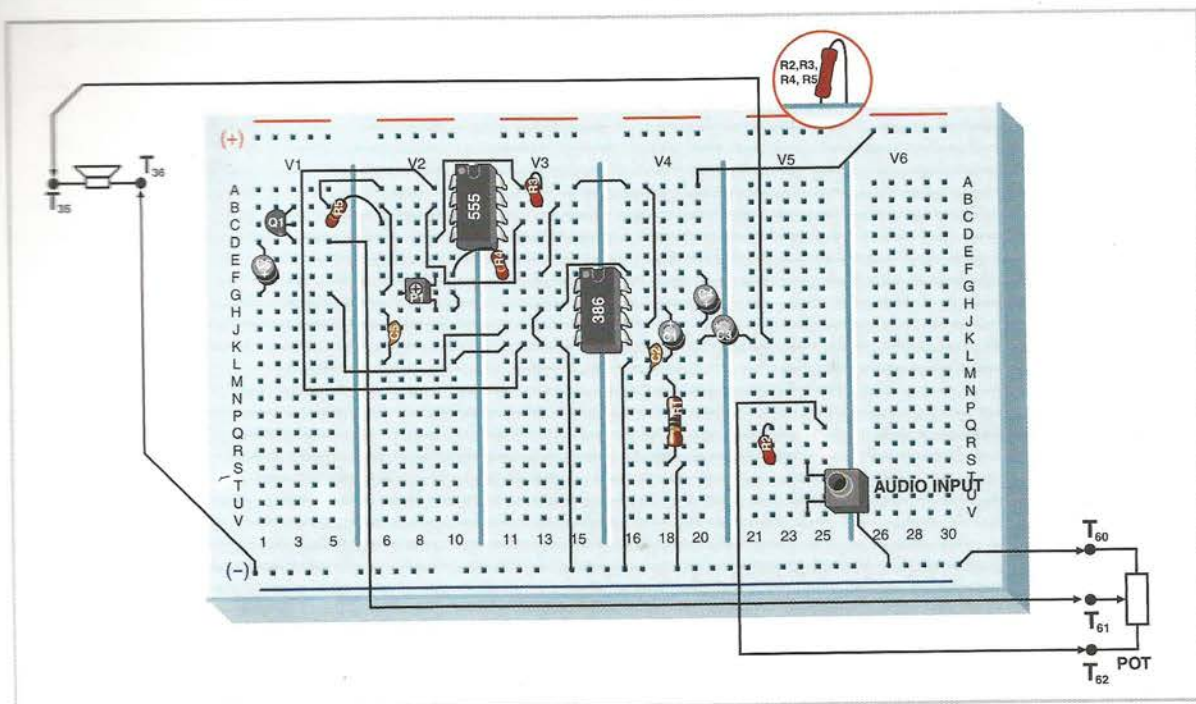
Avviamento

Con l'alimentazione collegata tutti i componenti sono calcolati perché, semplicemente effettuando una pulsazione, il circuito possa funzionare. Se vogliamo cambiare il carico del circuito, è importantissimo considerare che esso non deve superare i 50 mA. Se quando premiamo P8, i LED non si illuminano, dovremo verificare la polarità dei transistor, del diodo e del condensatore C1.

Esperimento

Possiamo provare a cambiare la temporizzazione per i diversi valori di C1, come 100, 22 e 10 µF e possiamo anche modificare i valori di R3 e R4 con altri valori abbastanza simili. Raccomandiamo di togliere i quattro LED e le corrispondenti resistenze limitatrici, perché ci servivano solamente per verificare il funzionamento del circuito. Utilizziamo anche questo circuito per alimentare qualche altro circuito di un altro esperimento, collegando il (-) dell'altro circuito al (-) di questo e sostituendo nel circuito da alimentare la connessione a V6 con il punto di connessione del positivo di P1.

Il circuito si attiva per 10 secondi con il pulsante P1.

Divisore di frequenze audio

Per ottenere un suono particolare, si interdice periodicamente un segnale audio.

Questo esperimento consiste nel tagliare un segnale audio collegandolo periodicamente a massa attraverso un transistor che lavora in stato di commutazione. Il segnale, una volta spezzettato, viene inviato ad un amplificatore audio e da questo ad un altoparlante per darci modo così di verificare l'effetto sonoro raggiunto. Il circuito di cui stiamo parlando è generalmente conosciuto con il suo nome inglese "chopper", che ha il significato di "spezzettatore". L'effetto ottenuto dipende dal numero di "pezzi" che a loro volta dipendono da come viene regolato il potenziometro P1 che determina la frequenza di un oscillatore astabile.

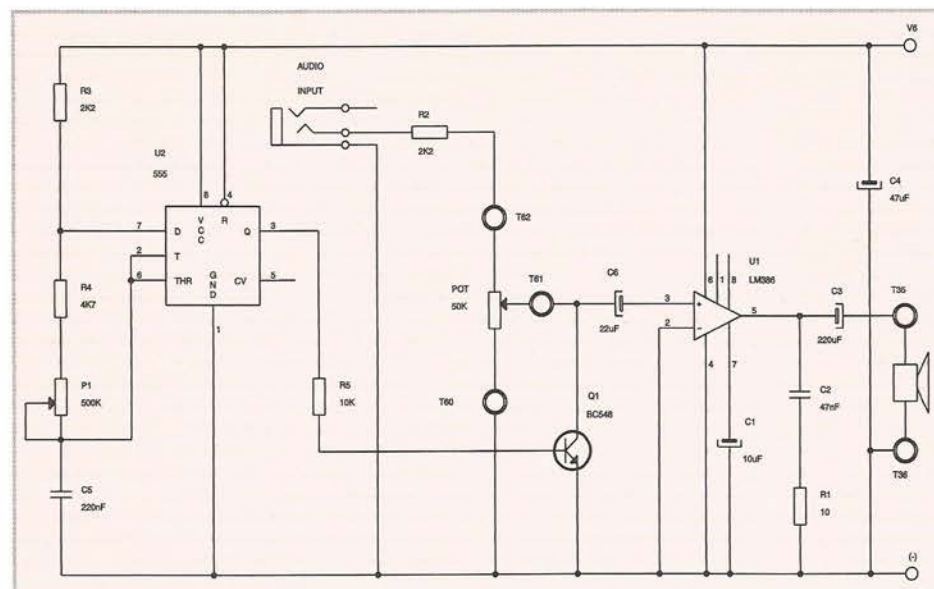
Funzionamento

Il circuito è composto da tre parti chiaramente differenti. Dell'oscillatore astabile 555 abbiamo già avuto modo di parlare, come anche dell'amplificatore audio. La parte nuova del circuito è il transistor Q1 che passa da uno stato di interdizione a quello di saturazione quando cambia di livello – da un livello basso ad un livello alto – la tensione, applicata alla sua base, proviene dall'uscita dell'astabile. Passa, invece, dallo stato di saturazione a quello di interdizione quando il livello dell'oscillatore cessa di essere alto per ritornare al livello basso. Quando questo transistor è saturato, il segnale audio che arriva all'amplificatore è praticamente nullo.

È un circuito chopper

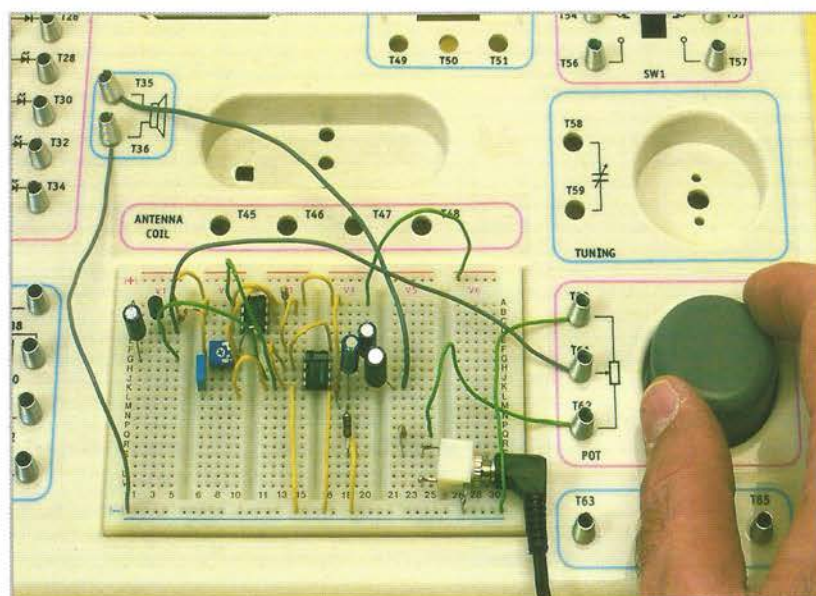
Il circuito

L'oscillatore astabile realizzato con il 555 ha un margine di variazione di frequenza molto ampio. Lo regoliamo mediante il potenziometro P1 da 500K, così da poter dare differenti effetti al segnale audio. La sua uscita viene applicata alla base del transistor Q1; per controllarne lo stato di conduzione, lo facciamo lavorare come se fosse un interruttore: tra stato di interdizione e stato di saturazione. Quando l'uscita dell'oscillatore è a livello basso, il transistor è interdetto, per cui tra collettore/emettitore c'è un'impedenza elevatissima e il segnale audio passa all'amplificatore audio. Invece, se l'uscita dell'oscillatore è a livello alto, il transistor si satura per cui tra collettore/emettitore si verifica quasi un cortocircuito. In questo caso, tutto il segnale che dovrebbe passare all'amplificatore viene deviato verso massa e, quindi, alla sua uscita non avremo nessun segnale. Verranno amplificati, pertanto, solamente i "pezzi" del segnale audio che

Divisore di frequenze audio

COMPONENTI	
R1	10 Ω
R2, R3	2K2
R4	4K7
R5	10 K
P1	500 K
C1	10 µF
C2	47 nF
C3	220 µF
C4	47 µF
C5	220 µF
C6	22 µF
Q1	BC548
U1	LM386
U2	555
ALTOPARLANTE	
JACK	

arrivano all'entrata dell'amplificatore. Quanto maggiore sarà la frequenza, tanti più "pezzi" del segnale audio passeranno, ma saranno sempre più piccoli. È importantissimo non dimenticarci di collegare la resistenza R2 che, se vogliamo, può anche avere un valore maggiore, ma in nessun caso minore, perché limita la corrente che circola attraverso il transistor e potrebbe succedere che, col volume al massimo e senza la suddetta resistenza, l'entrata audio si potrebbe collegare alla massa.

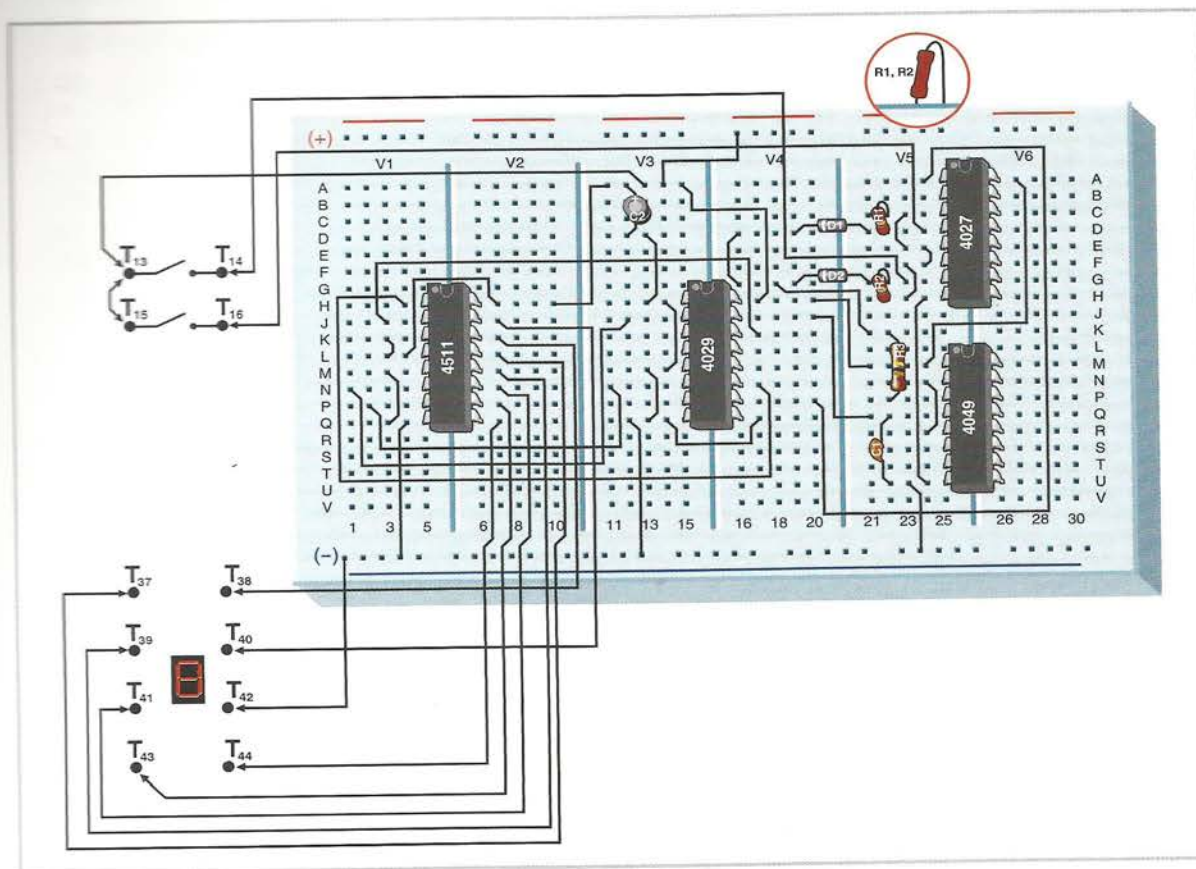
Avviamento

Il segnale d'entrata audio può essere preso dall'uscita audio di un qualunque apparecchio, AUDIO OUT, o anche dalla presa per gli auricolari di un qualsiasi walkman. Se, avviandolo, osservassimo che non funziona correttamente, dopo aver cambiato P1, dovremo scollegare l'alimentazione e verificare la polarità dei condensatori elettrolitici, nonché il transistor Q1 e l'alimentazione degli integrati.

Agendo su P1, otteniamo diversi effetti.

Esperimento

È interessante cambiare il valore della resistenza della base, aumentandolo; possiamo provare con 220K e 560K. Con ciò, facciamo lavorare il transistor in zona attiva, in maniera da osservarne la differenza rispetto alla zona di saturazione. Si raccomanda anche di cambiare leggermente il valore di C5. Si ottiene un altro curioso effetto quando cambiamo il valore del condensatore C5 abbassandolo di molto fino, per esempio, a 10 o 22 µF: il suono diventa sempre più metallico perché le frequenze più basse vengono tagliate.

Contatore ascendente e discendente con pulsanti

Un pulsante incrementa il conteggio del display, mentre l'altro lo fa diminuire.

Il circuito corrisponde a un contatore BCD con un originale circuito di controllo dell'entrata del clock e del senso del conteggio. Disponiamo di due pulsanti, UP e DOWN, di modo che, se azioniamo il pulsante UP, il contatore conta in modalità ascendente, mentre se azioniamo il pulsante DOWN, lo fa in modalità discendente; il conteggio viene rappresentato sempre sul display.

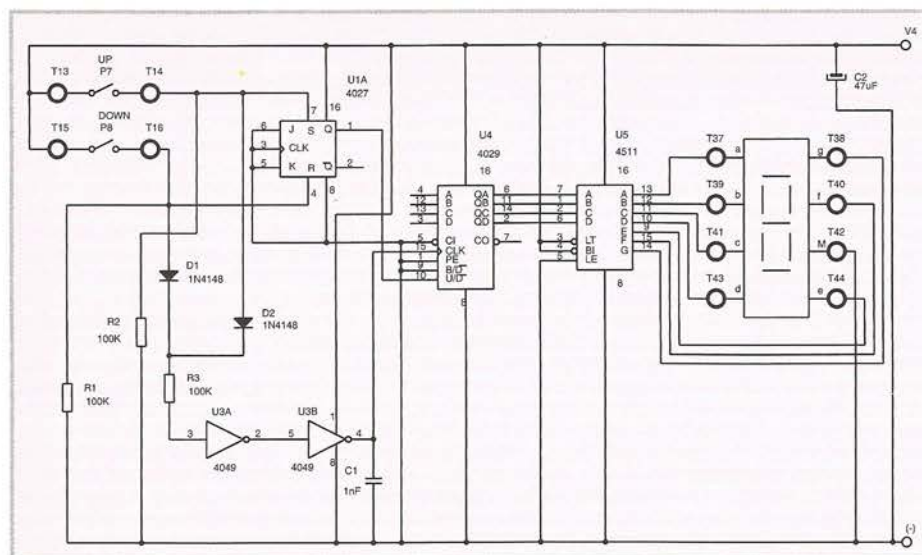
Il circuito

Il circuito è costituito da tre parti ben differenziate: il circuito di controllo, il contatore e la rappresentazione sul display. Da un lato c'è la parte che controlla, formata dal flip-flop 4027, dai diodi D1 e D2 e dalle porte U3A e U3B, attraverso il flip-flop posto a uno o a zero, si può configurare il contatore cosicché conti secondo la modalità ascendente o secondo quella discendente: la sua uscita, infatti, è collegata all'entrata UP/DOWN del contatore. Tutto ciò lo si ottiene azionando le entrate Set e Reset mediante, rispettivamente, i pulsanti P7 e P8. Una volta stabilita la modalità di conteggio, il cambiamento di livello serve per introdurre nel clock un impulso, così che quest'ultimo possa effettuare il conteggio. Con il contatore configurato come contatore BCD, esso conterà di uno in uno da 0 a 9 in modalità ascendente e, sempre di uno in uno, da 9 a 0 in modalità discendente. I diodi D1 e D2 servono a far sì che i pulsanti possano azionare la medesima entrata, dato che l'azionamento dell'uno è indipendente rispetto all'azionamento dell'altro.

Un circuito di controllo stabilisce la modalità di conteggio

Funzionamento

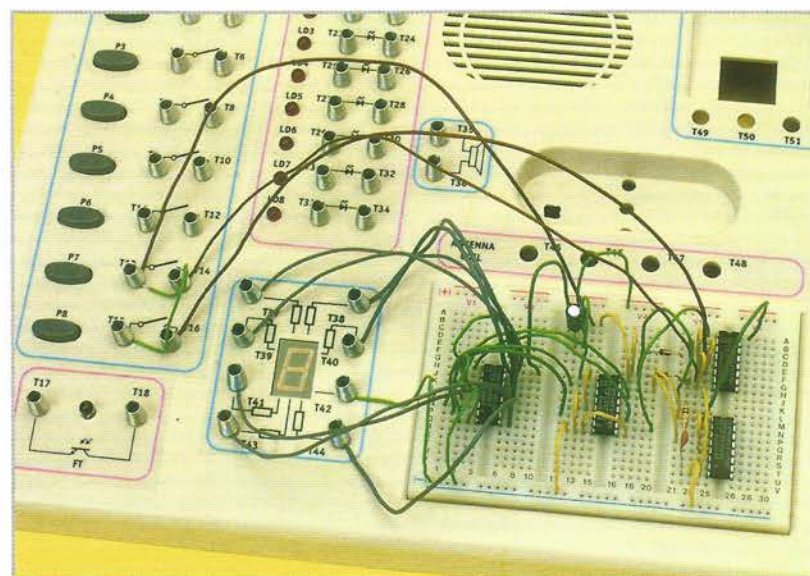
Una volta collegato all'alimentazione, il circuito sarà in grado di avviarsi. Se premiamo il pulsante P7 (UP), si attiverà l'entrata Set del flip-flop J-K e la sua uscita Q sarà posta a livello alto. Se si attiva l'entrata Set del flip-flop, si effettua mediante le porte invertenti il cambiamento di livello. Perché il circuito funzioni correttamente, è importantissimo

Contatore ascendente e discendente con pulsanti

COMPONENTI	
R1, R2, R3	100 K
C1	1 nF
C2	47 µF
D1, D2	1N4148
U1	4027
U2	4029
U3	4511
DISPLAY	
P7 eP8	

che il contatore memorizzi la precedente modalità di conteggio prima di ricevere l'impulso del clock. Riusciamo a raggiungere questo scopo utilizzando due porte del 4049, che danno un piccolissimo ritardo all'impulso del clock; esso, tuttavia, è sufficiente a far rilevare dal contatore prima la modalità di conteggio e poi l'impulso del clock. Dobbiamo considerare il fatto che stiamo lavorando con tempi ridottissimi – lavoriamo con i nanosecondi – e quindi anche il ritardo sarà piccolissimo. Se si aziona P8, DOWN, succede esattamente la stessa cosa, ma la modalità di conteggio è discendente. Il resto del circuito lo conosciamo: l'uscita del contatore si collega direttamente al decodificatore a sette segmenti e quest'ultimo al display.

Avviamento

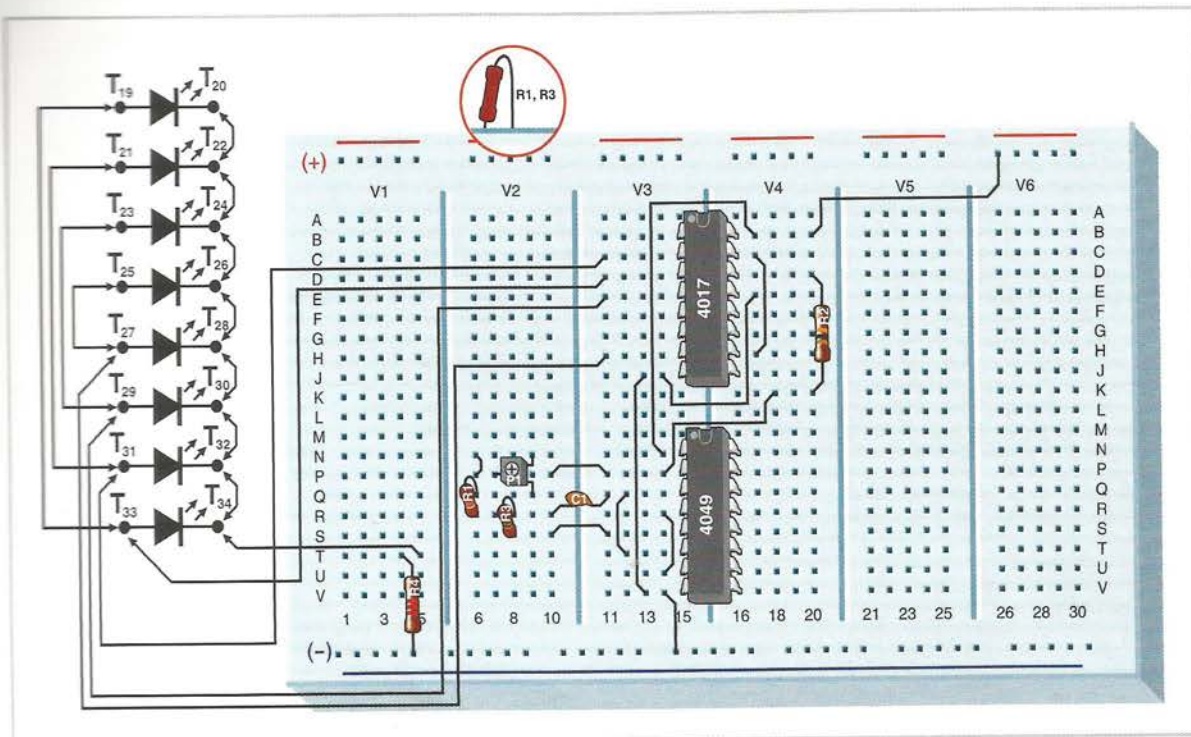
Tra tutti i componenti del circuito, solamente i diodi D1 e D2 possiedono la polarità, per cui dovremo fare attenzione alla loro connessione; il catodo, nello schema è la punta della freccia, è quello che ha più vicina la banda stampata sul corpo del componente.

In generale, dovremo fare attenzione a tutte le connessioni e non dovremo dimenticarci del terminale comune del display che, perché il circuito funzioni bene, deve essere collegato al negativo dell'alimentazione.

Questo circuito conta in modalità ascendente con P7 e in modalità discendente con P8.

Esperimento

Una prova interessante consiste nel togliere il circuito integrato 4049 e il condensatore C1 e nel collegare direttamente la resistenza R3 all'entrata del clock del circuito 4029. Il circuito logico non cambia, ad eccezione dei ritardi, ma funzionerà in maniera poco sicura, sempre che funzioni. È molto probabile, comunque, che non funzioni. Come regola generale, dobbiamo utilizzare solamente circuiti che funzionano sicuramente, ad eccezione di quando effettuiamo esperimenti di poca importanza.

Gioco di luci

Simula il movimento dei LED dalla fine della linea verso il centro.

Il circuito realizza uno spostamento dei LED che simula un movimento dall'esterno all'interno. Perciò si utilizzano una particolare connessione dei LED e un oscillatore con tre porte invertenti.

Il circuito

Perché il circuito funzioni automaticamente, è necessario un segnale del clock abbastanza lento da poterne osservare l'effetto luminoso. Nel nostro esperimento abbiamo misurato una frequenza approssimativamente tra gli 8 e i 113 Hz, a seconda della posizione del cursore del potenziometro di regolazione P1. L'uscita dell'oscillatore viene direttamente collegata all'entrata del clock del 4017. Questo integrato è configurato per contare solamente quattro impulsi e per ripetere nuovamente il ciclo di lavoro. Perciò, si utilizzano le quattro uscite Q0, Q1, Q2 e Q3, mentre l'uscita Q4 è a zero riporta il contatore perché quest'ultimo salti e ricominci a di nuovo da Q0. L'uscita Q0 attiverà i LED LD1 e LD8, l'uscita Q1 i LED LD2 e LD7, l'uscita Q2 i LED LD3 e LD6 e l'uscita Q3 i LED LD4 e LD5. Poiché ogni volta c'è solamente un'uscita attiva, esiste solo una resistenza di polarizzazione per tutti i LED attraverso la quale circola sempre la medesima corrente.

Si modificano le connessioni dei LED

Funzionamento

Con l'alimentazione collegata, il circuito oscillerà e il 4017 inizia ad attivare le proprie uscite adiacenti e seguendo la sequenza prima indicata. Se la velocità è quella massima, non possiamo vedere il movimento dei LED perché essi rimarranno illuminati praticamente in maniera costante. Se vogliamo distinguere il cambiamento da un LED all'altro, sarà necessario variare il potenziometro ponendolo al suo massimo valore, di modo che l'oscillatore riduca la propria frequenza di uscita: ciò rallenta istantaneamente il movimento.

Esperimento 1

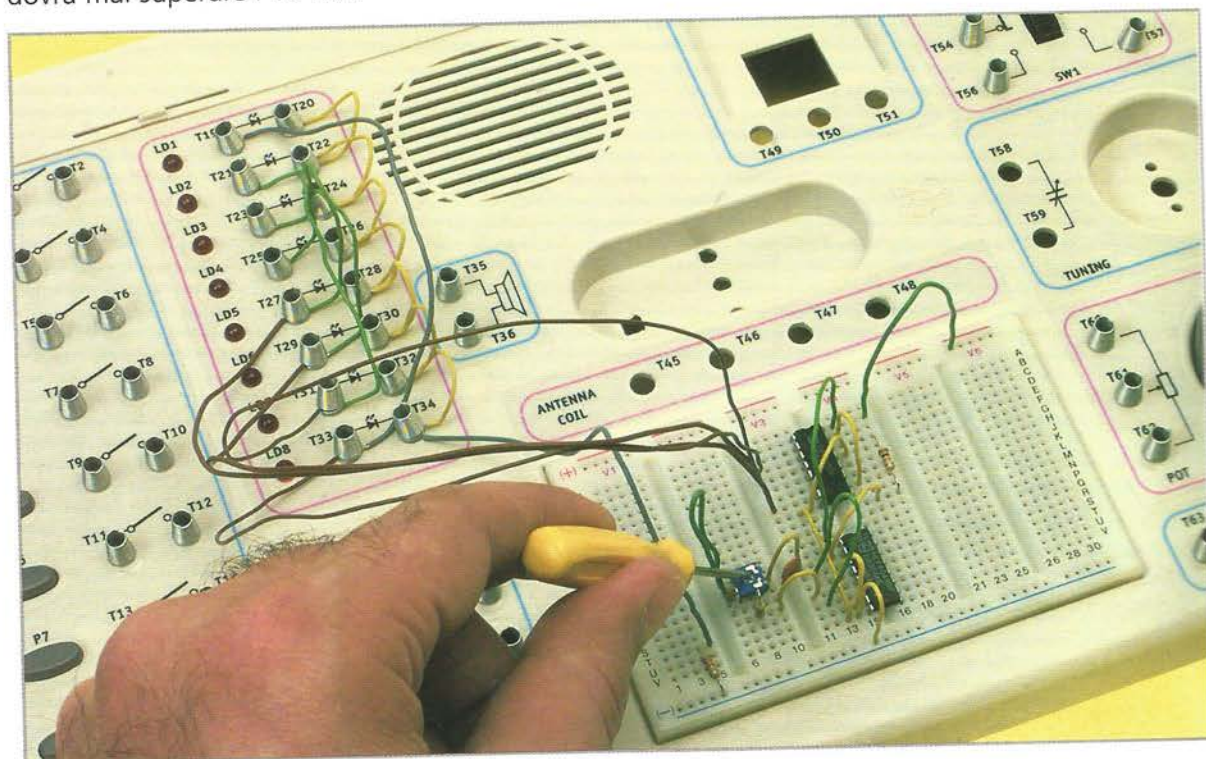
Se vogliamo cambiare il livello di luminosità dei LED, basterà cambiare il valore della resi-

Gioco di luci

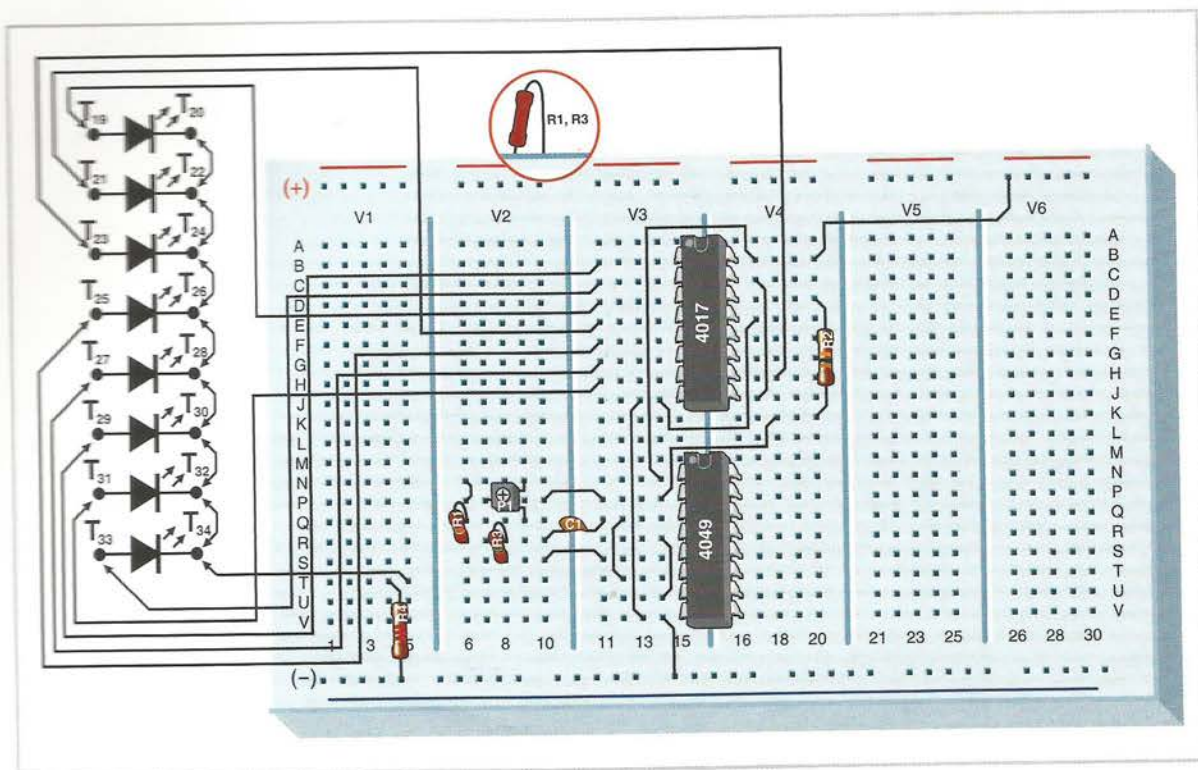
stenza R4 collocata nel punto in cui i catodi si uniscono. È importantissimo considerare che la corrente che circolerà sarà (9–1,6)/R e che non dovrà mai superare i 10 mA.

COMPONENTI	
R1	47 K
R2	10 K
R3	1M
R4	2K2
P1	500 K
C1	47 nF
U1	4049
U2	4017
LD1 a LD8	

Esperimento 2

Questo oscillatore è realizzato con porte invertenti e, quindi, per variarne la frequenza, bisogna fare quello che si fa con quasi tutti gli oscillatori: cambiare il valore della resistenza R1 o del condensatore C1. Diminuendo questi valori, la frequenza aumenta e viceversa. La resistenza R4 determina il livello di luce emessa dai LED.

L'effetto luminoso inizia quando si collega l'alimentazione.

Varianti per il gioco di luci

Con un cablaggio selettivo otteniamo diversi effetti luminosi.

Questo esperimento possiede lo stesso circuito base del gioco di luci, "DIGITALE 55", ma è molto interessante verificare che con un cablaggio adeguato si ottengono effetti molto diversi tra loro senza dover ricorrere a complicati circuiti. Adesso presentiamo una variante, ma crediamo che sia molto stimolante che ciascuno esperimenti e progetti le proprie variazioni, osservandone grazie al laboratorio l'effetto reale. Se terrete montato il 555, dovrete lavorare pochissimo in questo montaggio.

L'oscillatore

Se vogliamo realizzare un montaggio di questo tipo, in cui si cerca di dare una sensazione di movimento attraverso l'illuminazione di numerosi diodi LED, la velocità del movimento deve avere un limite superiore. Perciò, l'oscillatore non deve avere un'elevata gamma di frequenze in uscita: così l'occhio può seguire il movimento.
Cambiando i valori del circuito oscillatore, dobbiamo ricordarci che R3 deve essere abbastanza maggiore di R1 + P1. La cosa più semplice è cambiare il valore del condensatore C1, provando con 10 nF, 22 nF, 100 nF, 220 nF eccetera anche se con il potenziometro P1 possiamo ottenere una notevole gamma di valori.

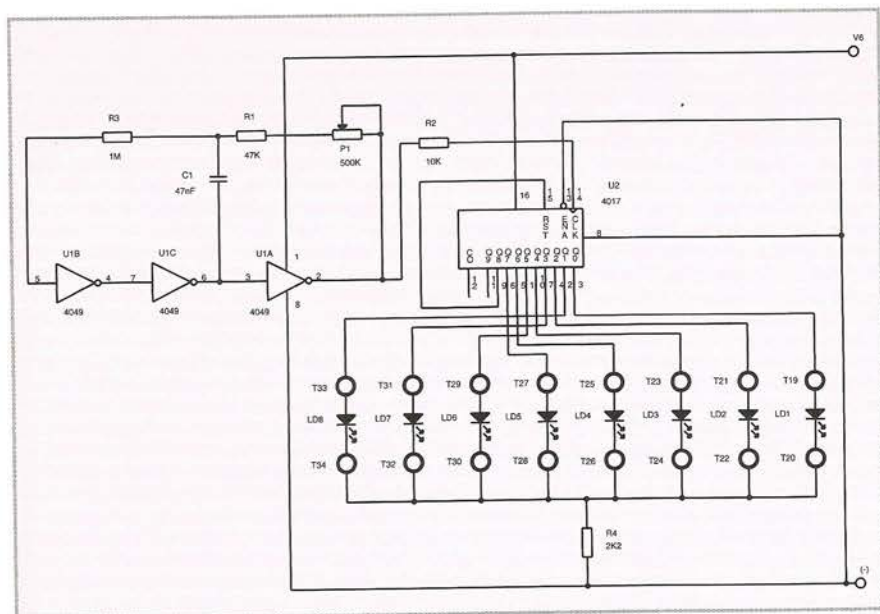
Effetti di luce

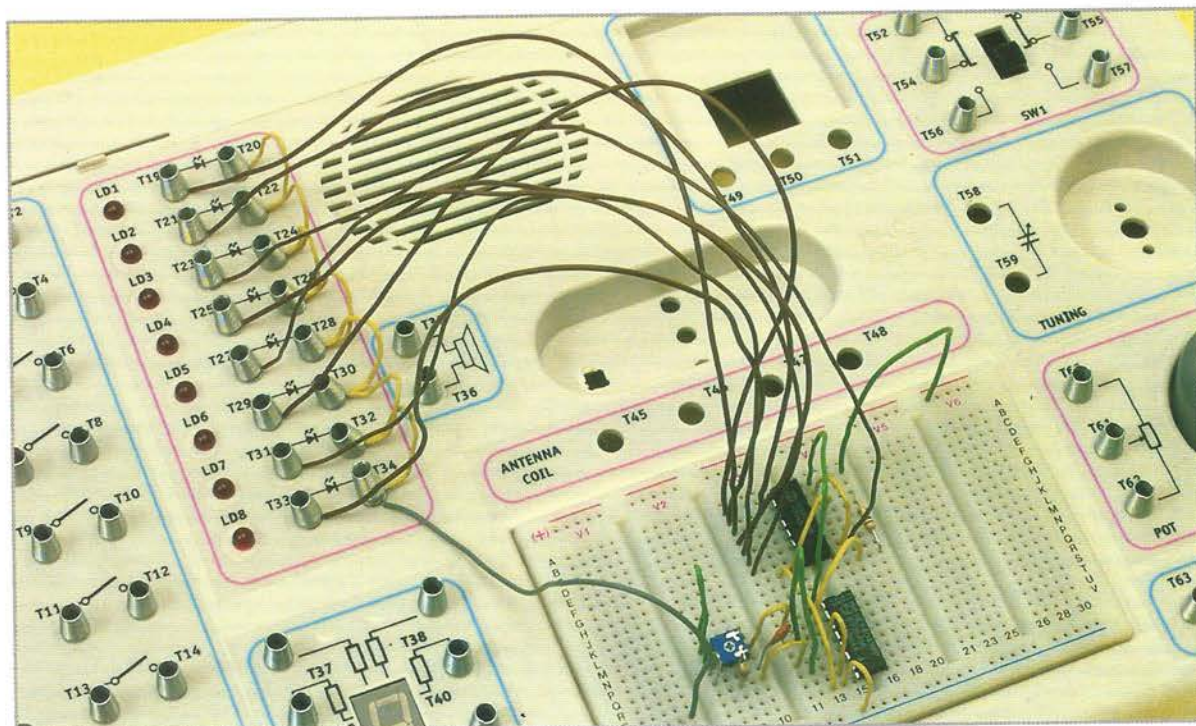
Il circuito

Partendo dai valori raccomandati, la frequenza dell'oscillatore varierà dagli 8 Hz ai circa 113 Hz. Il potenziometro P1 viene utilizzato per cambiare la frequenza all'interno di questi margini. L'uscita dell'oscillatore viene direttamente collegata all'entrata del clock del 4017. Questo integrato è configurato in maniera tale da contare 8 impulsi e da ripetere nuovamente il ciclo di lavoro. Perciò si utilizzano le uscite da Q0 a Q7, mentre l'uscita Q8 resetta l'integrato per far ricominciare il conteggio. I LED sono collegati in modo da ottenere la seguente sequenza: LD1-LD8-LD2-LD7-LD3-LD6-LD4-LD5; la sequenza ricomincia un'altra volta quando viene resettato l'integrato.

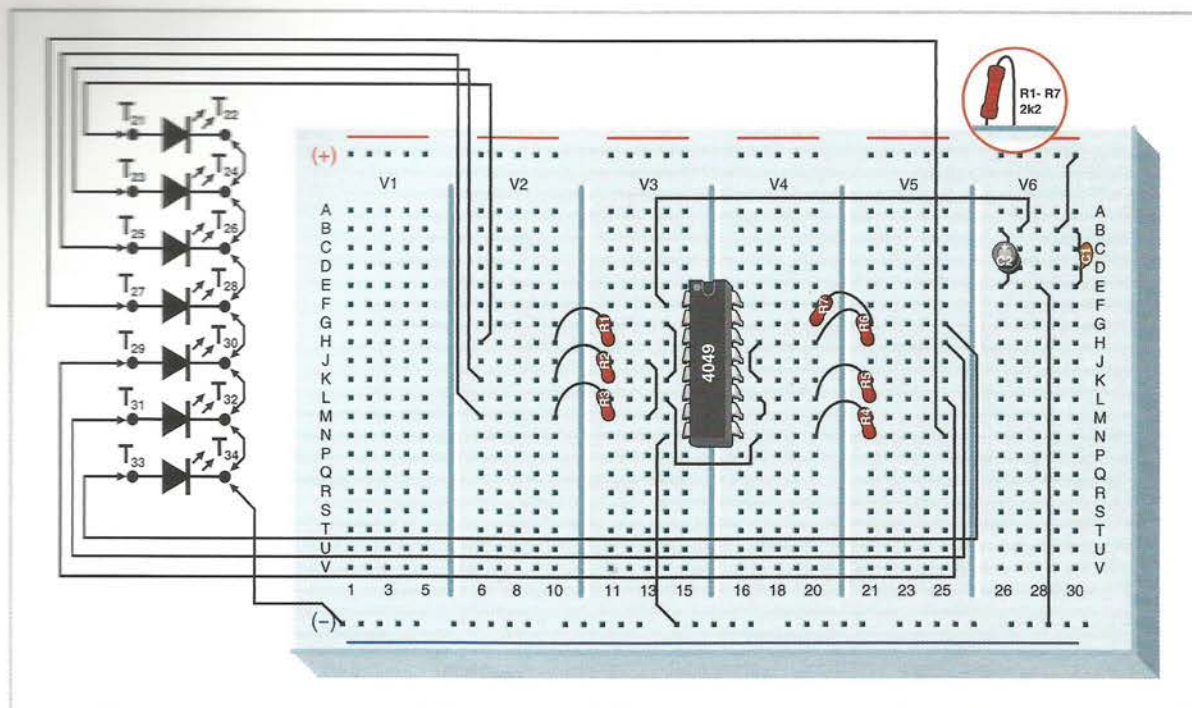
Funzionamento

Con l'alimentazione collegata, il circuito oscillerà e il 4017 inizierà ad attivare le proprie uscite una dopo l'altra seguendo la sequenza

Varianti per il gioco di luci

COMPONENTI	
R1	47 K
R2	10 K
R3	1M
R4	2K2
P1	100 K
C1	47 nF
U1	4049
U2	4017
LD1 a LD8	

indicata poc'anzi. Se la velocità è quella massima, non potremo vedere il movimento dei LED che rimarranno illuminati quasi costantemente. Se vogliamo vedere il cambiamento da un LED al successivo, dovremo regolare il potenziometro al suo massimo valore, cosicché l'oscillatore riduca la propria frequenza di uscita e la velocità del movimento diminuisca. Potremo utilizzare anche le uscite Q8 e Q9, ma in questo caso Q8 è utilizzato per resettare e il conteggio non arriva mai a Q9. A tale scopo, basterà togliere la connessione al terminale 15. Invece, se volessimo usare meno uscite, l'ultima uscita che non viene usata dovrà venire collegata al terminale 15. Possiamo lasciare anche delle uscite inutilizzate: avremo così degli istanti senza illuminazione.

Grazie al cablaggio adeguato e alle connessioni dei diodi LED e del Reset, possiamo ottenere diversi effetti.

Il 4049, sei porte invertenti

Il circuito integrato 4049 ha al proprio interno sei porte invertenti buffer.

Prima di iniziare a utilizzare un circuito digitale in un esperimento, è consigliabile verificarne il suo corretto funzionamento, così da non avere sorprese sgradevoli, soprattutto quando si tratta di porte logiche. Le porte di questo circuito integrato sono facili da verificare perché invertono il segnale applicato alla loro entrata; possono, inoltre, fornire una corrente di uscita abbastanza elevata, del tipo buffer.

Preparazione

La prima cosa di cui abbiamo bisogno è conoscere, prima di cominciare il montaggio del circuito, la distribuzione dei terminali del circuito integrato, per sapere quali corrispondano alle entrate e alle uscite di ogni porta e quali, invece, all'alimentazione. Non dobbiamo collegare assolutamente niente alla cieca, senza disporre dello schema, perché, oltre a perdere tempo, correremmo il rischio di distruggere la porta e di rendere inservibile l'integrato; potremmo anche arrivare a danneggiare qualche altro componente del circuito oppure l'alimentazione.

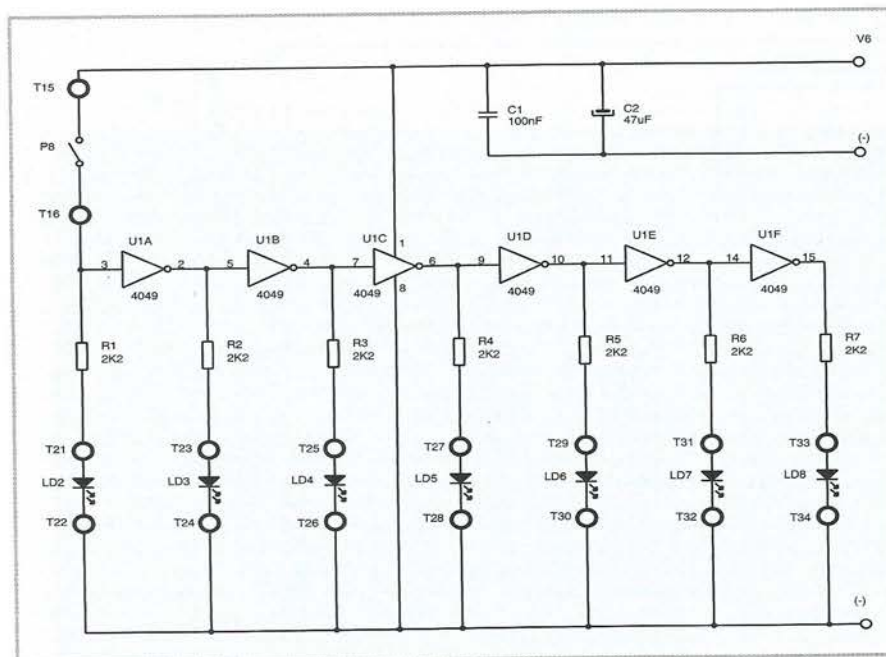
Il 4049

Questo tipo di integrato è molto utilizzato. Si tratta di un circuito integrato formato da sei porte invertenti e ha, inoltre, la particolarità di essere buffer. Questo vuol dire che eroga una corrente considerevolmente maggiore rispetto a quella che potrebbe erogare una normale porta: può arrivare anche a più di 20 mA. Questa particolarità gli consente di pilotare altri circuiti senza dover ricorrere agli amplificatori di corrente d'uscita, come per esempio, i transistor per amplificare la corrente in uscita, utilizzatissimi in alcuni esperimenti precedenti, quando non utilizzavamo porte buffer. La sua gamma di valori di alimentazione va dai 3 fino ai 15 V ed è maggiore anche rispetto ai convenzionali CMOS.

L'esperimento

Il circuito corrispondente a questo esperimento permette di provare simultaneamente tutte le porte del circuito integrato 4049. Se osserviamo lo schema, possiamo verificare che l'uscita di una porta si collega all'entrata della successiva e in ciascuno di questi punti di connessione un diodo LED si collega alla sua corrispondente resistenza limitatrice della corrente. Così, con l'azionamento del pulsante P8 e portando al livello alto la prima porta, si verificheranno si-

Si verificano tutte le porte

Il 4049, sei porte invertenti

COMPONENTI	
R1 a R7	2K2
C1	100 nF
C2	47 µF
U1	4049
LD2 a LD8	
P8	

multaneamente tutte le porte dell'integrato; invertendo i livelli, i LED che erano spenti si accenderanno e viceversa.

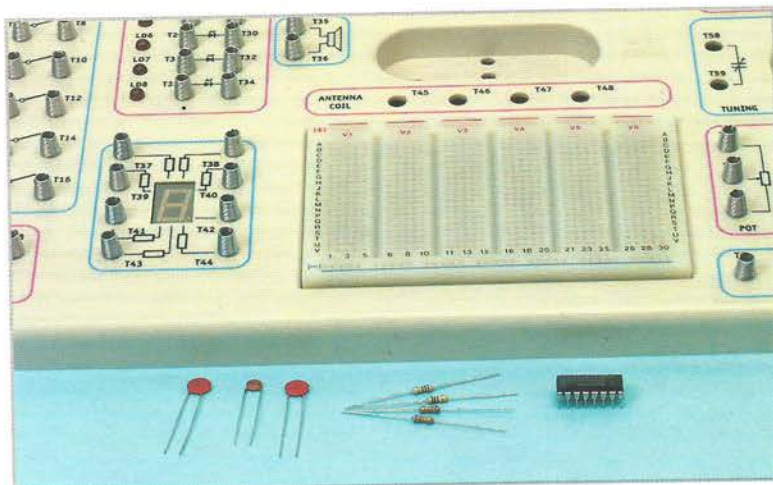
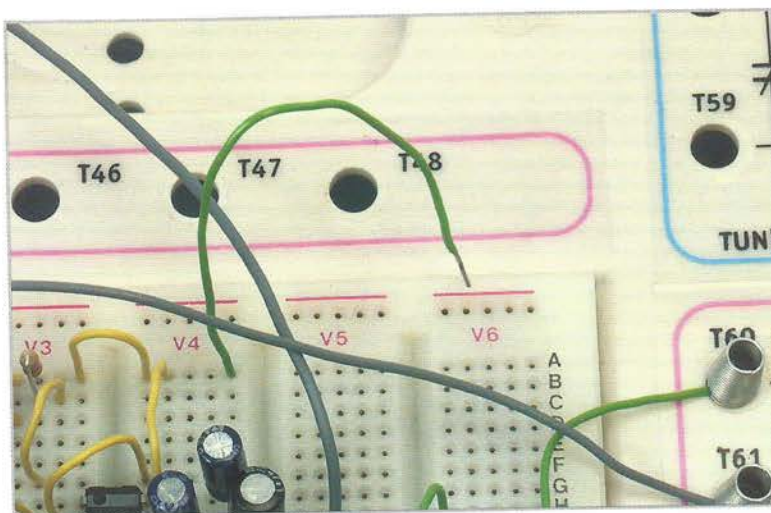
In questo integrato, il positivo dell'alimentazione corrisponde al terminale 1 e il negativo all'8, il che è abbastanza diverso rispetto ai rimanenti integrati della famiglia, per cui dovremo tenere sempre davanti agli occhi lo schema interno o uno schema in cui sia indicata la corrispondenza di ciascun terminale prima di effettuare una qualsiasi connessione.

Porta invertente e ritardante

In questa versione dell'integrato, l'uscita è invertita: quindi, se non si vuole invertire il segnale, si devono aggiungere due, quattro o sei porte. In circuiti che non lavorano a frequenze elevate non sussiste alcun problema, ma nei circuiti che lavorano a frequenze altissime, possiamo aggiungere molte porte di seguito per ottenere dei ritardi che ne facilitino il progetto.

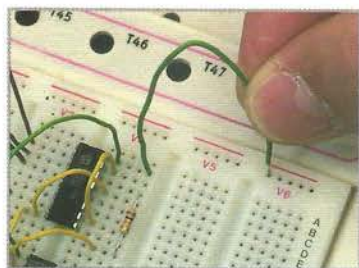
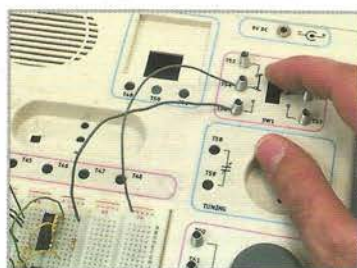
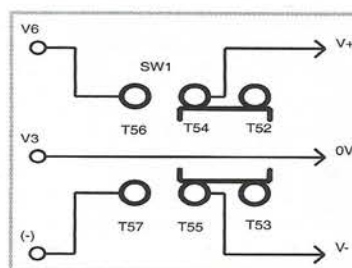
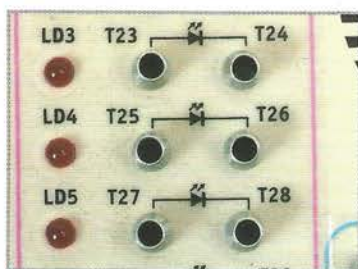
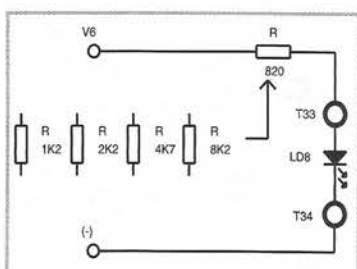
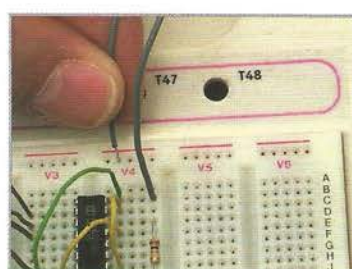
Azionando il pulsante si invertono le uscite di tutte le porte.

Consigli e trucchi (XI)

Il laboratorio è alimentato a pile; con alcune precauzioni possiamo ridurne il consumo e prolungarne la vita.

1 Questo laboratorio può essere utilizzato da studenti giovanissimi che possiedono ancora poche nozioni di elettronica; possono trovare piccoli problemi, di facile risoluzione, alcuni già analizzati e altri, invece, nuovi.

2 Un errore frequente è quello di lasciare collegata l'alimentazione. Anche se il consumo dei circuiti è ridotto, se collegate per parecchio tempo le pile si scaricano.

Trucchi

Possiamo mettere a fuoco la riduzione del consumo da diversi punti di vista; il primo è di evitare il consumo quando non si utilizza l'apparecchio: si evita una eventuale dimenticanza utilizzando indicatori luminosi che, però, a loro volta consumano. Un'altra forma di risparmio è la riduzione al massimo del consumo interno dei circuiti: in posti poco illuminati, un diodo LED illuminato è molto ben visibile e attraverso di esso circola una corrente di pochissima intensità. Dobbiamo considerare che un consumo di 10 mA è elevato per un'alimentazione a pile.

Consigli e trucchi (XI)

3 Quando si monta un circuito, conviene ed è raccomandabile lasciare per ultima la connessione al positivo dell'alimentazione; quando non la utilizziamo, è consigliabile la sua rimozione.

4 Per scollegare l'alimentazione, risulta molto comodo l'utilizzo del commutatore SW1.

5 Questa è la connessione che si deve realizzare quando si vuole interrompere l'alimentazione simmetricamente: si devono aprire i due circuiti.

6 In questo tipo di circuiti sperimentali, i diodi LED sono, comunemente, gli elementi che consumano di più.

7 La resistenza di polarizzazione dei LED deve essere aumentata al massimo per limitare il consumo; tuttavia, così facendo, si presenta l'inconveniente per cui l'illuminazione del LED diminuisce.

8 Alcuni circuiti funzionano con tensioni più ridotte: con ciò si limita il consumo, dato che la corrente che circola risulta anch'essa ridotta.

9 Quando è possibile si deve sempre risparmiare energia; a tale scopo, quando non utilizziamo il laboratorio, dobbiamo togliere le connessioni a V1, V2, V3, V4, V5 e V6.